



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ



ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання розрахунково-графічної роботи
з дисципліни

"МЕХАНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ"

*(для студентів 3–4 курсів заочної форми навчання
та слухачів другої вищої освіти
за напрямом підготовки 6.050702 «Електромеханіка»
спеціальності «Електричний транспорт»)*

Харків
ХНАМГ
2012

Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Механічне обладнання рухомого складу» (для студентів 3–4 курсів заочної форми навчання та слухачів другої вищої освіти за напрямом підготовки 6.050702 «Електромеханіка» спеціальності «Електричний транспорт») / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: І. Л. Скуріхін, А. В. Коваленко. – Х.: ХНАМГ, 2012. – 11 с.

Укладачі: І. Л. Скуріхін,
А. В. Коваленко

Рецензент: д. т. н., проф. В. П. Шпачук

Рекомендовано кафедрою електричного транспорту,
протокол №16 від 29.04.2010 р.

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ.....	4
ЗМІСТ КУРСУ "МЕХАНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ.....	5
ЗАПИТАННЯ ДЛЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНИХ РОБІТ.....	5
ЗАДАЧІ ДЛЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНИХ РОБІТ.....	8
ОФОРМЛЕННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ.....	9
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	10

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

Методичні вказівки розроблені для полегшення вивчення студентами спеціальності «Електричний транспорт» дисципліни "Механічне обладнання рухомого складу".

Перш ніж розпочати виконання контрольних завдань, студент повинен вивчити теоретичний курс, основні положення якого об'єднані у пропоновані нижче теми. Слід мати на увазі, що вивчення курсу і розрахунково-графічні роботи можуть бути виконані студентом при обов'язковому використанні підручника [2], що рекомендується в списку джерел.

Курс "Механічне обладнання рухомого складу" знайомить із конструкціями рухомого складу, влаштуванням агрегатів і взаємодією деталей, дає навички конструювання деталей і агрегатів з виконанням розрахунків міцності.

При конструюванні та проектуванні мають бути враховані існуючі норми і стандарти, що застосовуються в машинобудуванні, технологічність у виготовленні й термічній обробці. Необхідно також прагнути покращувати, удосконалювати існуючі конструкції, а при створенні нових зразків враховувати досвід експлуатації аналогічних конструкцій, використовувати останні досягнення у створенні нових конструкцій, застосування яких або заміна ними існуючих збільшить довговічність, покращить зовнішній вигляд конструкції, дозволить зекономити дефіцитні матеріали.

Вносячи зміни в існуючі конструкції або створюючи нові зразки конструкцій, вузлів, агрегатів або окремих деталей, слід обґрунтовувати економічну доцільність змін, що пропонуються (підвищення безпеки руху, умов праці, поліпшення комфорту для пасажирів тощо).

При розрахунку вузлів і деталей рухомого складу (РС) необхідно широко застосовувати способи розрахунків автомобілів, залізничних вагонів, що мають деяку аналогію в конструкції та режимах експлуатації.

При вивченні курсу треба використовувати досвід як вітчизняного, так і зарубіжного проектування й експлуатації рухомого складу, а також машинобудування, що може бути перенесений у галузь техніки, яка вивчається.

Виконуючи розрахунково-графічні роботи, слід осмислено застосовувати розрахункові формули і ретельно продумувати висновки й результати. Неприпустимим є механічне застосування формул і виконання за ними розрахунків.

ЗМІСТ КУРСУ "МЕХАНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ"

Тема 1. Предмет курсу "Механічне обладнання рухомого складу". Історія розвитку механічної частини рухомого складу в нас і за кордоном. Перспективи розвитку конструкцій автомобілів, тролейбусів, трамваїв, вагонів метро.

Тема 2. Класифікація рухомого складу. Основні характеристики. Зовнішні габаритні розміри. Габарит наближення будівель. Планування. Місткість. Провізна спроможність. Внутрішні розміри кузова. Вагові характеристики. Вісність. Показники використання зчіпної ваги. Динамічні характеристики. Прохідність. Керованість. Надійність. Пасажи́рська безпека. Плавність ходу.

Тема 3. Кузови РС. Основні вимоги. Класифікація. Кузови з несучою рамою. Несуча рама з несучими стінками. Суцільнонесучі кузови. Елементи кузовів, їхнє обладнання. Розміщення обладнання. Зчеплені кузови, зчіпні прилади. Зв'язок кузова з ходовими частинами. Розрахунки на міцність кузовів міського електротранспорту.

Тема 4. Ходові частини РС. Призначення. Основні вимоги. Класифікація. Мости. Розрахунки на міцність мостових балок. Колісні пари. Розрахунок на міцність вісей колісних пар. Конструкції коліс рейкового і безрейкового РС. Буксові вузли. Передача поздовжніх і поперечних зусиль від коліс на рами візків або кузова.

Тема 5. Коливальні рухи РС. Вигляди коливань і сили, що їх викликають. Власні й вимушені коливання, їхній вплив на безпеку руху.

Тема 6. Ресорне підвішування РС. Призначення. Класифікація. Типи ресорних елементів, основні характеристики, конструкція. Паралельне, послідовне і комбіноване з'єднання ресорних елементів у комплекти. Конструкція й робота гасителів коливань. Розрахунки на міцність листових ресор, пружин.

Тема 7. Тяговий привод. Призначення. Основні вимоги. Класифікація. Конструкція окремих елементів. Вісьове, рамне підвішування тягових електродвигунів рейкових РС. Переваги, недоліки. Тяговий привод безрейкового РС. Диференціал. Карданна передача. Розрахунок елементів карданної передачі на міцність.

Тема 8. Гальмування РС. Режими гальмування, вигляди гальм, схеми гальмових систем, переваги, недоліки. Конструкції окремих елементів гальмових систем. Виникнення гальмового зусилля, додатковий вплив його на міцність окремих елементів ходових частин. Розрахунок гальмового шляху.

Тема 9. Рух РС у кривих. Елементи влаштування направлення рейкового екіпажу в кривій або безрейкового – у повороті. Розрахунок окремих елементів рульового керування на міцність. Визначення зусиль, що спрямовують візки в рейковій колії. Їхнє обмеження.

ЗАПИТАННЯ ДЛЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНИХ РОБІТ

- 3.1 Планування кузова пасажирського РС.
- 3.2 Основні вагові показники.
- 3.3 Габарити наближення будов.
- 3.4 Габарити пасажирського рухомого складу.

- 3.5 Прохідність, маневреність РС.
- 3.6 Динамічні показники РС.
- 3.7 Рівень комфорту, безпека руху РС.
- 3.8 Визначення вертикального статичного навантаження РС.
- 3.9 Визначення вертикального динамічного навантаження РС.
- 3.10 Визначення бокового навантаження РС.
- 3.11 Визначення навантажень від сил інерції при пуску.
- 3.12 Визначення навантажень РС при гальмуванні.
- 3.13 Визначення навантажень від сил у кривій.
- 3.14 Визначення напружень в деталях при роботі на розтягування-стискання, зріз, зім'яття і згин.
- 3.15 Види коливань і причини, що їх викликають.
- 3.16 Коливання одномасової системи.
- 3.17 Коливання двомасової системи.
- 3.18 Зниження шуму РС.
- 3.19 Основні вимоги до кузовів. Класифікація кузовів.
- 3.20 Конструкція рам кузовів.
- 3.21 Кузови з несучими стінками, суцільнонесучі кузови.
- 3.22 Основне обладнання кузова.
- 3.23 Опалення, вентиляція кузовів РС.
- 3.24 Розрахунок кузова на міцність.
- 3.25 Конструкція тягових і зчіпних приладів РС.
- 3.26 Конструкція вісей колісних пар рейкового РС.
- 3.27 Розрахунок вісей колісних пар на міцність.
- 3.28 Конструкція ведучих мостів безрейкового РС.
- 3.29 Розрахунок ведучих мостів на міцність.
- 3.30 Конструкція буксових вузлів.
- 3.31 Передача тягових і гальмових зусиль від буксових вузлів на раму візка.
- 3.32 Основні типи ресорних елементів, їхні характеристики.
- 3.33 Основні характеристики гумових пружних елементів.
- 3.34 Розрахунок на міцність пружин.
- 3.35 Розрахунок на міцність ресор.
- 3.36 Пневматичне ресорне підвішування.
- 3.37 Гасителі коливань.
- 3.38 Залежні й незалежні пружні підвіски. Важелеві підвіски РС. Переваги, недоліки.
- 3.39 Повідкові підвіски.
- 3.40 Люлькові підвіски. Зусилля, що повертає.
- 3.41 Конструктивні особливості задніх мостів тролейбусів ЗіУ-5 і ЗіУ-9.
- 3.42 Конструкція візків рейкового РС.
- 3.43 Конструкція рамних візків вагонів трамвая і метро.
- 3.44 Конструкція безрамних візків.
- 3.45 Тяговий привод РС. Призначення. Основні вимоги. Класифікація.
- 3.46 Вісьове підвішування тягового електродвигуна (ТЕД).
- 3.47 Рамне підвішування ТЕД.

- 3.48 Конструкція підвішування ТЕД вагонів метро.
 3.49 Конструкція редукторів тягового приводу РС.
 3.50 Кінематика карданної передачі.
 3.51 Конструкція карданної передачі.
 3.52 Розрахунок на міцність шліцьової вилки і шліцьової втулки карданної передачі.
 3.53 Розрахунок на міцність шліців, хрестовини й болтів кардана.
 3.54 Розрахунок на міцність труби карданного валу, перевірка голчастих підшипників на вантажопідйомність і дієздатність.
 3.55 Диференціал, призначення, основні вимоги.
 3.56 Конструкція диференціалів тролейбусів. Розрахунок основних елементів на міцність.
 3.57 Конструкція піввісей заднього мосту, розрахунок на міцність.
 3.58 Механічні гальма, режими гальмування, основні елементи конструкції.
 3.59 Кінематичні характеристики систем гальм.
 3.60 Розподіл гальмового зусилля між вісями. Розрахунок гальмового шляху.
 3.61 Конструкція й основні характеристики дискових гальмів.
 3.62 Конструкція та основні характеристики барабанних гальмів.
 3.63 Рульове управління тролейбусів: схеми, варіанти конструкції, основні параметри.
 3.64 Рульові механізми: основні вимоги, передавальне число, ККД.
 3.65 Рульовий привод: основні елементи, конструкція.
 3.66 Пневмопідсилювач тролейбуса ЗіУ-5: конструкція, принцип дії.
 3.67 Гідропідсилювач тролейбуса ЗіУ-9: конструкція і принцип дії.
 3.68 Кути установки керованих коліс.
 3.69 Конструкція передньої підвіски тролейбусів ЗіУ-5 і ЗіУ-9.
 3.70 Розрахунок на міцність елементів рульового приводу.

Таблиця 3.1 – Розподіл питань за варіантами

Перелік варіантів (номери за списком журналу викладачів або останньої цифри залікової книжки)						Запитання до розрахунково-графічних робіт							
						РГР №1				РГР №2			
						1	2	3	4	1	2	3	4
1	11	21	31	41	51	3.1	3.10	3.17	3.26	3.33	3.43	3.52	3.61
2	12	22	32	42	52	3.2	3.10	3.18	3.27	3.34	3.44	3.53	3.62
3	13	23	33	43	53	3.3	3.11	3.19	3.27	3.35	3.45	3.54	3.63
4	14	24	34	44	54	3.4	3.12	3.20	3.28	3.36	3.46	3.55	3.64
5	15	25	35	45	55	3.5	3.13	3.22	3.29	3.37	3.47	3.56	3.65
6	16	26	36	46	56	3.5	3.14	3.21	3.30	3.38	3.48	3.57	3.66
7	17	27	37	47	57	3.6	3.14	3.22	3.31	3.39	3.49	3.58	3.67
8	18	28	38	48	58	3.7	3.15	3.23	3.32	3.40	3.50	3.59	3.68
9	19	29	39	49	59	3.8	3.16	3.24	3.33	3.41	3.51	3.60	3.69
10	20	30	40	50	60	3.9	3.17	3.25	3.34	3.42	3.52	3.61	3.70

ЗАДАЧІ ДЛЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНИХ РОБІТ

4.1 Задача до розрахунково-графічної роботи № 1

Визначити додаткове вертикальне навантаження на шийки осі першої колісної пари візка вагона трамвая від дії сил інерції при гальмуванні. Вага кузова з пасажирами G_k (табл. 4.1), вага одного візка G_v , вага колісної пари з буксами $G_{\Pi} = 9,65$ кН, вага редуктора $G_p = 1,6$ кН (двигун з рамною підвіскою), коефіцієнт інерції обертових мас вагона з пасажирами $(1 + \gamma) = 1,16$, база вагона L , база візка L_v , висота центра ваги від рівня підлоги $h_o = 900$ мм, рівень підлоги від головок рейок $h_{\Pi} = 892$ мм, діаметр колеса $D_k = 760$ мм, розрахунковий коефіцієнт зчеплення $\phi = 0,25$.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані

Параметр	Вага кузова з пасажирами G_k						Вага візка	База вагона	База візка
Величина	165	170	175	180	185	190	G_v , кН	L , мм	L_v , мм
Варіанти (номер за списком або остання цифра за лікової книжки)	1	11	21	31	41	51	46,0	6300	1700
	2	12	22	32	42	52	46,5	6350	1750
	3	13	23	33	43	53	47,0	6400	1800
	4	14	24	34	44	54	47,5	6450	1850
	5	15	25	35	45	55	48,0	6500	1900
	6	16	26	36	46	56	48,5	6450	1950
	7	17	27	37	47	57	49,0	6400	1900
	8	18	28	38	48	58	49,5	6350	1850
	9	19	29	39	49	59	50,0	6300	1800
	1,0	20	30	40	50	60	50,5	6260	1750

4.2 Задача до розрахунково-графічної роботи № 2

Визначити напрямні зусилля колісних пар першого візка вагона трамвая при рухові у кривій радіусом R , м (табл. 4.2), зі швидкістю V , м/с і наступних вихідних даних: вагона з повним пасажирським навантаженням G , кН, вага візка G_v , кН, боковий тиск вітру H_v , кН, база візка L , м, відстань між колами катання коліс $S = 1,6$ м, коефіцієнт тертя ковзання колеса рейкою $f = 0,2$.

Таблиця 4.2 – Вихідні дані

Параметр	Вага вагона з пасажирами, G , кН						Радіус кривої	Швидкість руху	Вага візка	Тиск вітру	База візка
Величина	275	280	290	305	310	315	R , м	V , м/с	G_v , кН	H_v , кН	L , м
Варіанти (номер за списком журналу)	1	11	21	31	41	51	23	6,4	37,5	12,0	1,70
	2	12	22	32	42	52	24	6,5	38,0	12,5	1,75
	3	13	23	33	43	53	25	6,6	38,5	13,0	1,85
	4	14	24	34	44	54	26	6,8	39,0	13,5	1,90
	5	15	25	35	45	55	27	7,0	39,5	14,0	1,95
	6	16	26	36	46	56	28	7,2	40,0	13,5	2,00
	7	17	27	37	47	57	29	7,3	40,5	13,0	2,05
	8	18	28	38	48	58	30	7,4	41,0	12,5	1,85
	9	19	29	39	49	59	31	7,5	41,5	12,0	1,80
	10	20	30	40	50	60	32	7,6	42,0	12,5	1,75

ОФОРМЛЕННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ

5.1 Кожна розрахунково-графічної робота оформлюється у вигляді пояснювальної записки, що містить вичерпну відповідь на чотири питання відповідно до варіанта з табл. 3.1 і розв'язання однієї задачі з табл. 4.1, 4.2.

5.2 Пояснювальну записку здебільшого виконують в учнівському зошиті, бажано в клітинку. Текстову частину пишуть від руки. На кожній сторінці залишають поля шириною 25–30 мм для зауважень викладача.

5.3 На початку пояснювальної записки необхідно вказати номер варіанта, записати контрольне запитання й дати докладну відповідь на нього. Наступне контрольне запитання та відповідь на нього починають із нової сторінки.

5.4 Текстову частину матеріалу треба супроводжувати рисунками у вигляді ескізів, схем, графіків і робити на них виноски.

5.5 Рисунки виконують акуратно олівцем або тушшю. Кожний рисунок повинен мати назву, розташовану над ним, і підрисуючий (пояснювальний) підпис.

5.6 Із нової сторінки пишуть умову задачі з вихідними даними відповідного варіанта.

5.7 Оформлюють розв'язання задачі описом кожної розрахункової операції, подаючи розрахункову формулу в загальному вигляді, можна з висновком. Після цього через знак рівності йде цифровий вираз:

$$S = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{g}{f_{\text{ст}}}} \cdot \frac{B}{2\rho_x} = \frac{1}{2 \cdot 3,14} \cdot \sqrt{\frac{9,81}{25}} \cdot \frac{1260}{2 \cdot 550} = 1,09.$$

5.8 Усі розрахунки виконують у межах точності, що забезпечується обчисленням на логарифмічній лінійці.

5.9 Помилки, відмічені рецензентом, повинні бути виправлені. При великій кількості виправлень на одній сторінці її треба переписати і підклеїти до сторінки з зауваженнями рецензента.

5.10 Виконання перерахованих вимог до оформлення розрахунково-графічної роботи є обов'язковою умовою її заліку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 Далека В. Х. Механічне обладнання рухомого складу міського електротранспорту: навч. посібник / В. Х. Далека, І. Л. Скуріхін, А. В. Коваленко; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва – Х: ХНАМГ, 2012. – 298 с.
- 2 Ефремов И. С. Теория и расчет механического оборудования подвижного состава городского электрического транспорта/ И. С. Ефремов, Б. П. Гущо–Малков. – М.: Транспорт, 1970. – 480 с.
- 3 Ефремов И. С. Троллейбусы. (Теория, конструкция и расчет)/ И. С. Ефремов. – М.: Транспорт, 1969. — 489 с.
- 4 Максимов А. Н. Городской электротранспорт. Троллейбус/ А. Н. Максимов. – М.: Академия, 2004.– 256 с.
- 5 Иванов М. Д. Трамвайные вагоны Т-3/ М. Д. Иванов, А. А. Пономарев, Б. К. Иеропольский. М.: Транспорт, 1977. – 240 с.
- 6 Бондаревский Д. И. Трамвайные вагоны РВЗ-6М2 и КТМ-5М3/ Д. И. Бондаревский, М. С. Черток, А. А. Пономарёв. – М.: Транспорт, 1975 – 256 с.
- 7 Сооружения, устройства и подвижной состав метрополитена/ под общ. ред. А. С. Бакулина. – М.: Транспорт, 1979. — 240 с.
- 8 Пономарёв А. А. Подвижной состав и сооружения городского электротранспорта/ А. А. Пономарёв, Б. К. Иеропольский. М.: Транспорт, 1981. — 272 с.
- 9 Устройство и ремонт электропоездов метрополитена/ под ред. Э. А. Сементовского. М.: Транспорт, 1991. – 335 с.
- 10 Ефремов И. С. Технические средства городского электрического транспорта/ И. С. Ефремов, В. М. Кобозев, В. В. Шевченко. – М.: Высшая школа, 1985. – 448 с.
- 11 Медель В. Б. Подвижной состав электрических железных дорог/ В. Б. Медель. – М.: Транспорт, 1974. – 232 с.
- 12 Правила эксплуатации трамвая и троллейбуса. Утв. 10.12.96 введ. 16.03.97 К.: Госжилкомхоз, 1997. – 103 с.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання розрахунково-графічної роботи
з дисципліни

**"МЕХАНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ
РУХОМОГО СКЛАДУ"**

(для студентів 3–4 курсів заочної форми навчання
та слухачів другої вищої освіти
за напрямом підготовки 6.050702 «Електромеханіка»
спеціальності «Електричний транспорт»)

Укладачі: **СКУРІХІН** Ігор Леонідович,
КОВАЛЕНКО Андрій Віталійович

Відповідальний за випуск *В. Х. Далека*

Редактор *К. В. Дюкар*

Комп'ютерне верстання *А. В. Коваленко*

План 2011, поз. 185М

Підп. до друку 13.09.2011
Друк на ризографі.
Тираж 50 пр.

Формат 60x84/16
Ум. друк. арк. 0,6
Зам. №

Видавець і виготовлювач:
Харківська національна академія міського господарства,
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 4064 від 12.05.2011 р.